

PENGUJIAN INFILTRASI FINAL CLAY COVER PADA BANGUNAN SANITARY LANDFILL

Erwin Galung

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

ABSTRACT

The aim of the study is to analyze the physical characteristic of PCC cement variation used as final clay cover at sanitary landfill through column model testing of final clay cover infiltration. The result showed clay plasticity (CL) stabilization is low with cement variation of 0%, 5%, 10%, 15%, and 20% at column infiltration model. The highest infiltration ($460 \text{ cm}^3/\text{minute}$) is detected at clay without any cement stabilization while the lowest is for the 10% concentration with result of $23 \text{ cm}^3/\text{minute}$. Its permeability decreases with the increase of cement concentration to as high as 10%. Permeability coefficient value (k) for 0% cement is $7,71 \times 10^{-5} \text{ cm/second}$ and $7,46 \times 10^{-6} \text{ cm/second}$ and $1,51 \times 10^{-7} \text{ cm/second}$ for cement concentration of 5% and 10%, respectively. However for concentration above 10%, the permeability coefficient value increases as high as $1,67 \times 10^{-6} \text{ cm/second}$ and $2,04 \times 10^{-5} \text{ cm/second}$ for cement concentration of 15% and 20%, respectively. Thus, from this study it can be concluded final clay cover for sanitary landfill can be used with various cement concentration up to 10%.

Keywords: bleeding, density factor and slump value

PENDAHULUAN

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) merupakan tempat dimana sampah mencapai tahap terakhir dalam pengelolaannya sejak mulai timbul di sumber, pengumpulan, pemindahan/pengangkutan, pengolahan dan pembuangan.

Pengoperasian dan pemeliharaan TPA metode *Sanitary Landfill*, harus dapat menjamin fungsi sebagai sistem pengumpulan dan pengolahan lindi, penanganan gas, pemeliharaan estetika sekitar lingkungan, pengendalian vektor penyakit, pelaksanaan keselamatan pekerja, dan penanganan tanggap darurat bahaya kebakaran dan kelongsoran.

Sanitary Landfill adalah sistem pembuangan akhir sampah yang

dilakukan dengan cara sampah ditimbun dan dipadatkan, kemudian ditutup dengan tanah sebagai lapisan penutup. Hal ini dilakukan terus-menerus berlapis-lapis sesuai rencana yang telah ditetapkan. Pada sistem *Sanitary Landfill* pekerjaan pelapisan sampah dengan tanah penutup dilakukan setiap hari pada akhir operasi dan diperlukan persediaan tanah yang cukup untuk menutup timbunan sampah tersebut. Keuntungan dari sistem ini adalah pengaruh timbunan sampah terhadap lingkungan sekitarnya relatif lebih kecil dibanding sistem *Controlled Landfill*.

Metode ini merupakan metode standar yang dipakai secara internasional. Untuk meminimalkan potensi gangguan timbul, maka penutupan sampah dilakukan setiap hari. Namun, untuk

menerapkannya diperlukan penyediaan prasarana dan sarana yang cukup mahal.

Di Indonesia, metode *Sanitary Landfill* dianjurkan untuk diterapkan di kota besar dan metropolitan. Untuk dapat melaksanakan metode ini diperlukan penyediaan beberapa fasilitas, tentu dengan kebutuhan jumlah dan spesifikasi yang berbeda.

Sumber terbesar dari timbulnya lindi adalah akibat infiltrasi air melalui bagian atas lahan-urug, baik melalui presipitasi langsung atau melalui limpasan masuk (*run on*). Oleh karenanya, aplikasi penutup akhir pada lahan-urug akan memegang peranan penting.

Rancangan penutup akhir hendaknya mempertimbangkan aspek kesehatan, keselamatan, estetika, permeabilitas, kekuatan dan pemanfaatan lahan setelah ditutup kelak. Penutup akhir ini diharapkan tetap berfungsi walaupun sarana ini sudah tidak digunakan lagi, yang mungkin membutuhkan waktu sampai lebih dari 30 tahun.

Berdasarkan hal di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk menguji suatu rancangan lapisan penutup pada *Sanitary Landfill* dilihat dari segi permeabilitasnya. Sedangkan rancangan *Sanitary Land* yang digunakan adalah menggunakan lempung padat dan lempung stabilisasi semen.

METODE PENELITIAN

Untuk melihat infiltrasi atau resapan yang terjadi pada lapisan *Final Clay Cover Sanitary Landfill* dilakukan penelitian eksperimental dengan menggunakan pemodelan resapan berbentuk kolom. Penelitian eksperimental dengan model ini dapat digunakan untuk mengamati resapan yang terjadi pada pemodelan berbentuk kolom untuk lempung padat dan lempung stabilisasi semen, dan mengkaji

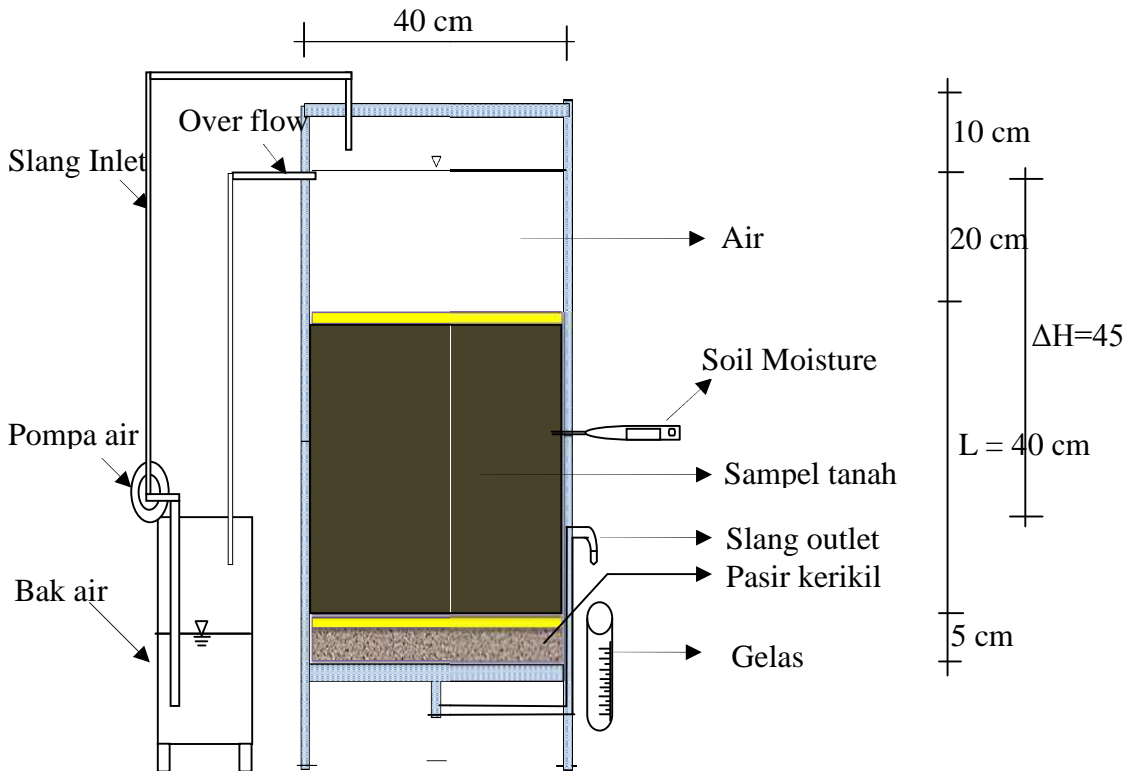
hubungan antara permeabilitas dan waktu. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Hasanuddin Makassar.

Model infiltrasi *Final Clay Cover Sanitary Landfill* dalam penelitian ini dibuat dengan menggunakan bahan *acrylic* yang berbentuk persegi empat/kolom panjang dengan dinding transparan di keempat sisinya dengan ukuran wadah 40 x 40 x 75 cm, lalu diberi pelat siku dan besi sebagai penguat pada keempat sisi luar dan bagian bawahnya agar alat uji kolom pemodelan infiltrasi ini mampu menerima beban sampel uji, dan pada saat proses pemadatan seperti yang diperlihatkan oleh gambar 1.

Pengujian pemodelan infiltrasi final clay cover sanitary landfill. Tahapan ini meliputi kegiatan sebagai berikut:

- Meletakkan kain di dasar kolom alat uji pemodelan resapan dan masukkan kerikil/pasir sebagai filter.
- Meletakkan lagi filter berupa kain sebagai pemisah antara kerikil/pasir dan sampel tanah.
- Memasukkan sampel tanah yang telah diperam ke dalam kolom pemodelan resapan dan dipadatkan dengan alat penumbuk standar dengan kepadatan yang ditentukan sesuai hasil uji pemadatan standar (kompaksi) sampai di dapatkan ketebalan 40 cm.
- Menutup sampel tanah dengan plastik penutup lalu mengisi air pada kolom pemodelan resapan *Final Clay Cover Sanitary Landfill* melalui pompa pada wadah penampungan air sesuai dengan ketinggian air yang telah ditetapkan.
- Setelah diperoleh ketinggian air 20 cm, selanjutnya membuka plastik penutup sampel tanah dan pada saat yang sama meng-on-kan *stopwatch*. Ketinggian air tetap dijaga konstan

- pada 20 cm dengan mengatur debit pada *inlet* dan *over flow* tetap sama.
- Mencatat kadar air melalui alat pencatat kadar air (*Soil Moisture Meter*) dan menampung air dengan gelas ukur pada setiap perubahan waktu (*interval 1 menit*), kemudian menghitung volume air pada gelas ukur.
 - Pengujian dihentikan ketika kadar air pada alat *Soil Moisture Meter* dan volume resapan menjadi konstan.
 - Mengulangi tahapan percobaan a sampai g dengan menggunakan sampel tanah dengan variasi kadar semen yang berbeda.



Gambar 1. Skema Diagram Kolom Pemodelan Resapan/Infiltrasi *Final Clay Cover* – *Constant Head Method*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian infiltrasi atau resapan bertujuan untuk mengetahui fungsi *final clay cover* pada tanah lempung asli dan tanah lempung stabilisasi semen, sebagai lapisan kedap melalui pengamatan terhadap pola resapan yang terjadi dan koefisien permeabilitasnya.

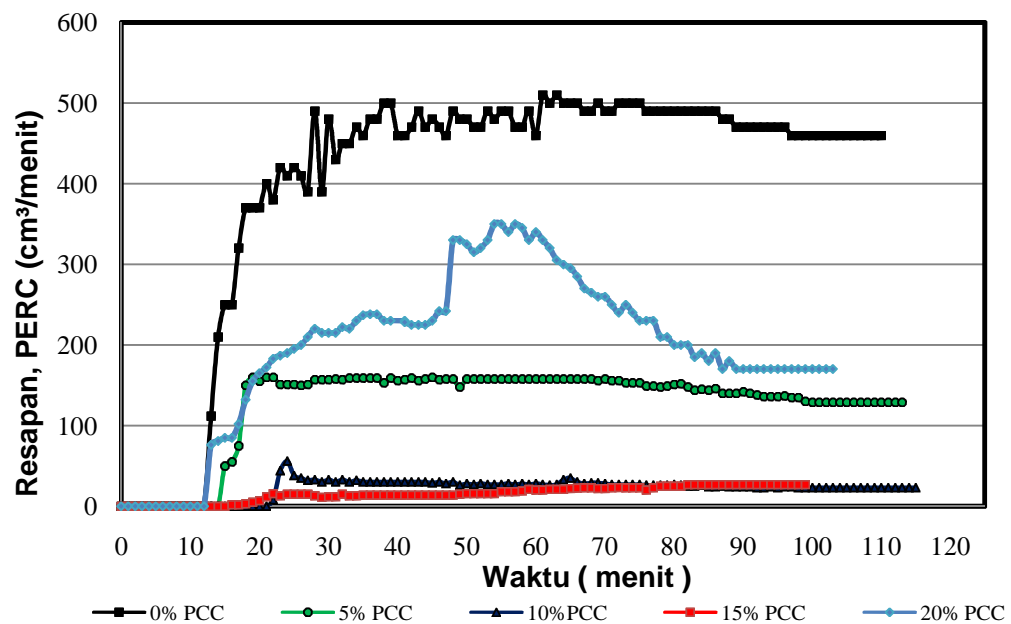
Pada gambar 2 (Tabel 1) menunjukkan hubungan antara resapan yang terjadi dengan variasi kadar semen pada model *Final Clay Cover Sanitary Landfill* terhadap waktu, dimana resapan yang terjadi cenderung menurun seiring dengan penambahan kadar semen hingga 10%, dengan penurunan terhadap variasi kadar semen untuk tanah lempung stabilisasi semen 0% (460 cm³/menit),

5% (129 cm³/menit), 10% (23 cm³/menit). Namun pada variasi kadar semen 15% hingga 20%, resapan justru

mengalami kenaikan dengan masing-masing resapan yang terjadi yaitu 27 cm³/menit dan 170 cm³/menit.

Tabel 1. Resapan pada Variasi Material Final Clay Cover

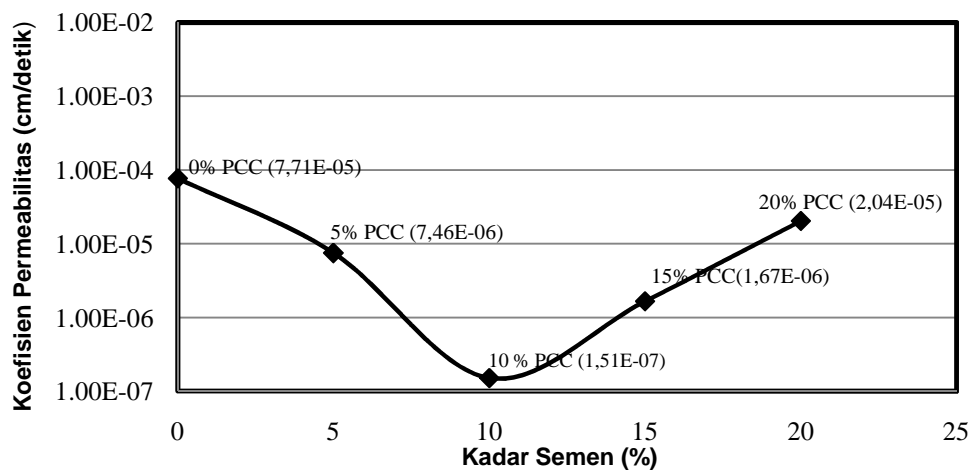
No.	Variasi Material	Resapan (PERC) (cm ³ /menit)
1	Tanah kadar semen 0%	460
2	Tanah kadar semen 5%	129
3	Tanah kadar semen 10%	23
4	Tanah kadar semen 15%	27
5	Tanah kadar semen 20%	170



Gambar 2. Hubungan Resapan dan Waktu pada Variasi Kadar Semen

Tabel 2. Nilai Koefisien Permeabilitas pada Variasi Material *Final Clay Cover*

No.	Variasi Material	Koefisien Permeabilitas (cm/detik)
1	Tanah kadar semen 0%	$7,71 \times 10^{-5}$
2	Tanah kadar semen 5%	$7,46 \times 10^{-6}$
3	Tanah kadar semen 10%	$1,51 \times 10^{-7}$
4	Tanah kadar semen 15%	$1,67 \times 10^{-6}$
5	Tanah kadar semen 20%	$2,04 \times 10^{-5}$



Gambar 3. Grafik Hubungan Nilai Koefisien Permeabilitas (k) dan Variasi Kadar Semen

Kemampuan *Final Clay Cover Sanitary Landfill* yang kedap dalam meminimalisir infiltrasi air hujan dapat diketahui melalui nilai koefisien permeabilitasnya.

Hasil gambar 3 (tabel 2) menunjukkan perbandingan nilai koefisien permeabilitas dengan variasi kadar semen, dimana koefisien permeabilitas cenderung mengecil seiring penambahan kadar semen hingga 10%, dengan rata-rata nilai koefisien permeabilitas kadar semen 0% ($k = 7,71 \times 10^{-5}$ cm/detik), kadar semen 5% ($k = 7,64 \times 10^{-6}$ cm/detik), dan kadar semen

10% ($k = 1,51 \times 10^{-7}$ cm/detik). Namun pada penambahan variasi kadar semen hingga 20% cenderung memperbesar nilai koefisien permeabilitas, dimana kadar semen 15% ($k = 1,67 \times 10^{-6}$ cm/detik) dan kadar semen 20% ($k = 2,04 \times 10^{-5}$ cm/detik). Hal ini disebabkan karena penambahan kadar semen mempengaruhi nilai berat isi kering tanah lempung dari hasil pengujian kompaksi *proctor standard*, sehingga mempengaruhi tingkat kepadatan pada pemodelan resapan/infiltrasi *Final Clay Cover Sanitary Landfill*.



Gambar 4. Struktur tanah-semen setelah pemeraman (a) tanah asli (b) tanah-semen 5% (c) tanah-semen 10% (d) tanah-semen 15% (e) tanah-semen 20%

Koefisien permeabilitas mengecil apabila nilai berat isi kering maksimum. Untuk tanah lempung plastisitas yang rendah, pencampuran tanah-semen umumnya mengurangi batas cair dan menambah batas plastis (PL), yang demikian akan mengurangi indeks plastisitasnya (PI) kenaikan batas plastis tersebut, disebabkan karena butiran-butiran tanah menjadi lebih besar dari sebelumnya, sehingga rongga pori baru yang lebih besar akan terbentuk dan memudahkan tanah untuk meloloskan air, hal ini terlihat pada struktur tanah secara visual yang dicampur dengan semen setelah di peram. Penambahan kadar semen yang berlebihan membentuk gumpalan antar partikel tanah sehingga membentuk rongga pori yang lebih besar dari sebelumnya, dimana penambahan kadar semen melebihi 10% struktur tanah menjadi granuler. Seperti terlihat pada gambar 4.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Pengujian kolom pemodelan resapan/infiltrasi *Final Clay Cover Sanitary Landfill*, menunjukkan bahwa resapan dan koefisien permeabilitas minimum berada pada stabilisasi tanah lempung (CL) dengan kadar semen 10%, dengan nilai resapan sebesar 23 cm³/menit dan nilai $k = 1,51 \times 10^{-7}$ cm/detik. Hasil ini dapat dimanfaatkan sebagai lapisan *final clay cover* pada TPA metode *Sanitary Landfill*

DAFTAR PUSTAKA

- Hardyatmo, Hary Crhistiady. 2002. *Mekanika Tanah 2 Edisi Kedua*. UGM Press, Yogyakarta
- Hardyatmo, Hary Crhistiady. 2010. *Stabilisasi Tanah Untuk*

Perkerasan Jalan. UGM Press, Yogyakarta

- Inazumi, Shinya. 2003. *Waste Sludge Barrier for Landfill Cover System*, Doctor Engineering Dissertation, Kyoto University
- Qian, Xuede. Koerner, 2002. *Robert M and Gray, Donald H. Geotechnical aspect Of Landfill Design and Construction*. Prentice-Hall, Inc, USA
- Rowe, R. Kerry. 2001. *Geotechnical and Geoenvironmental Engineering Handbook*. Kluwer Academic Publisher, USA
- Sudarmo, M. 2004. *Study Permeabilitas Terhadap Tanah Lempung Yang Dicampur Dengan Material Lain*, Master Tesis, Institut Teknologi Bandung